Павле Катић, асистент

ТЕМПЕРАТУРЕ ЗЕМЉИШТА У НОВОМ САДУ

Садржај: Увод. — Методе рада. — Загревање и хлађење земљишта (промене средњих месечних температура у земљишту; највише и најниже температуре земљишта). — Температура земљишта као вегетациони чинилац. — Дубина мраза и утицај снежног покривача. — Закључак. — Литература. — Summary.

УВОД

Топлотно стање земљишта је веома важан чинилац у развоју биљака, јер од њега, поред осталог, зависи почетак вегетације у пролеће и њен престанак у јесен.

Мерење температуре земљишта у Новом Саду врши се на Метеоролошкој станици која је постављена на огледном имању Завода за пољопривредна истраживања на Римским Шанчевима. Термометри се осматрају у редовним климатолошким терминима трипут дневно: у 7, 14 и 21 час по локалном времену; изузетак чини само термометар на дубини од 100 см, где се температуре бележе само једанпут, у 14 часова, због незнатног дневног колебања температуре.

МЕТОДЕ РАДА

Метеоролошка станица на Римским Шанчевима је око 6 км удаљена од периферије града, у северном правцу, на мало уздигнутој заравни, на надморској висини од 82 м, са координатама: 45°20' северне ширине и 19°51' источне дужине.

Место где су у прво време били постављени геотермометри (термометри за мерење температуре земљишта) било је удаљено око 70 м источно од зграда и објеката имања, међутим, касније је (1953 г.) премештено на јужну страну, приближно 50 м удаљено од зграда.

Мерења температуре земљишта започета су још 1948 г., али су она вршена са прекидима свега на неколико дубина и са различитим врстама термометара. Поред тога, нису сви термометри били ни подједнако постављени (голи термометри, у Lamont-овим орманима и у металном оклопу). Тек почетком 1953 г. приступило се систематском мерењу температуре земљишта у Новом Саду и то на следећим дубинама: 0 см (површина земље), 2, 5, 10, 20, 30, 50 и 100 см.

Сви ови геотермометри су лактасти и голи (Schneider-ове израде), осим за дубину од 100 см, који је смештен у металну заштитну цев, те се заједно са њом забада до одређене дубине. Живини резервоари термометара од 0 до 50 см забодени су вертикално у земљу, а незаштићени делови са термометарском скалом искошени су у правцу југа. Температура површине земље (граничног слоја између земље и ваздуха) мери се термометром чији је резервоар само до половине спуштен у земљу, док је друга половина слободна, односно, изложена сунчевим зрацима. На тај начин добијена је нека средина између вредности температуре „спољашње" и „унутрашње" површине земље.[1] На самом месту мерења, величине око 80 x 160 см, земљиште се у току целе године одржава голо, необрађено и без биљне вегетације. Зими се снег уклања само толико да би се геотермометри могли очитати.

ЗАГРЕВАЊЕ И ХЛАЂЕЊЕ ЗЕМЉИШТА

Сунчеви зраци који падају на земљину површину највећим делом су апсорбовани и претворени у топлоту од које се један део употреби за загревање земљине површине, а остатак је проведен у непосредно дубљи слој. Колико ће површински слој да апсорбује сунчеве зраке и да се загреје, то зависи од физичких особина земљишта (специфичне топлоте, количине воде, структуре, уситњености, боје и др.) и од врсте и висине засејаних култура (за време вегетације). Дубљи слојеви загревају се провођењем топлоте од честице на честицу. Пошто је проводљивост саставних делова земље врло мала, то ће земљиште врло полагано да се загрева. Ипак, дубина до које се осети утицај провођења топлоте, зависи поред коефицијента проводљивости и од трајања примања топлоте.[2]

Промене средњих месечних температура у земљишту

Цео обрађени осматрачки материјал од почетка рада станице изнет је у таб. 1. Потпуни подаци за цео период постоје само за поједине дубине у неким месецима, а и ти подаци нису хомогени због тога што су мерења вршена различитим врстама термометара. Да би се сав материјал могао ипак користити, морала би се извршити редукција температуре на цео период мерења. Међутим, то није могуће учинити, баш из наведених разлога нехомогености.

Из целог осматрачког материјала морали смо изоставити период до 1953 г., јер су подаци били веома непотпуни, тако да смо обрадили само период од маја месеца 1953 г. до закључно априла 1956 г. Свакако да је период од три године веома кратак, па добивене средње вредности не бисмо могли ниуком случају сматрати нормалним. Међутим, пошто се овде ради о температурама земљишта, отступања средњих вредности из периода мај 1953 — април 1956 према нормалним дугогодишњим вредностима нису велика, него су све мања што су дубљи слојеви.

Средње месечне температуре земљишта у Новом Саду за период мај 1953 — април 1956 приказане су у таб. 2.

Из изнетих података видимо да су најниже температуре у месецу фебруару, у највише у јулу. На земљиној површини те вредности се колебају између 0° C (у фебруару) и 25,5° (у јулу), на дубини од 50 см између 1,5° и 22°, а на 100 см између 4° и 20°. Према овим подацима видимо да се годишње колебање температуре смањује од земљине површине према дубљим слојевима. Графички приказ годишњег температурног тока на дубинама 0, 10, 50 и 100 см дат је на сл. 1.

Са ове слике можемо врло лепо видети да процес загревања земље почиње у марту и то најинтензивније на површини, а једва приметно на дубини од 100 см. Највише температуре јављају се на мањим дубинама у јулу, а на дубини од 1 м у августу. Карактеристичан је ток температуре на дубини од 1 м, нарочито при почетку и завршетку периода загревања земљишта; пораст температуре од јула до августа показује велику сличност са порастом од фебруара до марта. Крајем месеца септембра температуре се на свима дубинама

Таб. 1. Средње месечне температуре земљишта у Новом Саду у периоду 1948—1956 г. на дубинамао д 0—100 см

Mean monthly soil temperatures at Novi Sad in the period 1948—1956 at the depths of 0—100 cm (in °C)

Месец Month	Година Year	0	2	5	10	20	30	50	100
I	1948	—	—	—	—	—	—	—	—
	49	—	—	0,80	1,10	—	1,50	2,00	—
	50	—	—	—1,10	—0,70	—0,60	1,70	2,90	3,90
	51	—	—	2,50	2,80	—	3,80	—	4,90
	52	—	—	0,89	1,25	—	2,40	—	4,28
	53	—	—	1,59	2,12	—	—	—	4,36
	54	—1,40	—1,20	—1,00	—0,50	0,00	0,70	2,00	3,00
	55	1,54	1,70	1,84	2,12	2,64	3,36	2,54	6,08
	56	2,40	2,46	2,54	2,82	3,34	4,05	5,09	6,21
II	1948	—	—	—	—	—	—	—	—
	49	—	—	1,20	1,20	—	1,60	1,70	—
	50	—	—	1,70	—	1,50	1,90	2,30	3,00
	51	—	—	3,90	4,00	—	4,50	—	4,20
	52	—	—	0,90	1,30	—	2,40	—	4,30
	53	—	—	0,86	1,44	—	—	—	2,94
	54	—1,60	—1,55	—1,54	—1,25	—0,71	0,10	0,94	2,14
	55	4,01	3,91	3,99	4,11	4,39	4,84	3,41	6,24
	56	—2,26	—1,81	—1,44	—0,97	—0,22	0,62	1,31	—
III	1948	—	—	—	—	—	—	—	—
	49	—	—	2,90	3,30	—	3,80	3,70	—
	50	—	—	7,40	—	7,40	7,20	6,80	5,50
	51	—	—	6,80	7,20	—	7,10	—	5,90
	52	—	3,74	4,00	4,15	—	—	—	4,09
	53	—	—	—	—	—	—	—	—
	54	6,00	5,80	5,70	5,30	4,80	4,60	4,20	3,10
	55	4,20	4,32	4,30	4,30	4,40	4,60	4,50	5,50
	56	1,23	0,80	0,62	0,47	0,46	0,72	—	—
IV	1948	—	—	12,00	—	—	—	—	—
	49	—	—	13,00	12,70	—	11,70	11,00	7,60
	50	—	—	12,90	12,60	12,50	11,30	10,70	8,00
	51	12,09	12,60	12,60	12,30	11,86	11,12	—	7,80
	52	16,10	—	15,90	16,10	14,60	16,30	—	9,30
	53	14,60	15,20	14,20	13,80	13,00	12,50	11,40	8,70
	54	10,77	10,89	10,61	10,43	10,08	9,89	9,25	7,71
	55	9,60	9,30	9,00	8,80	8,40	8,40	8,20	8,20
	56	12,10	11,30	11,00	10,70	10,20	9,80	—	—
V	1948	—	—	21,00	20,80	—	19,70	18,20	—
	49	—	—	18,70	19,00	—	18,00	17,40	13,30
	50	—	—	20,70	20,60	20,00	17,60	16,90	12,50
	51	20,39	20,56	20,88	20,02	18,80	17,50	—	12,95
	52	—	19,74	19,79	19,68	19,11	—	—	—
	53	19,00	19,30	18,80	18,10	17,30	16,50	15,10	12,10
	54	18,50	18,15	17,67	17,05	16,30	15,59	14,12	11,54
	55	18,87	18,45	18,01	17,58	16,83	16,25	14,98	13,18
VI	1948	—	—	20,50	20,70	—	20,30	19,60	—
	49	—	—	19,30	20,30	20,20	19,60	19,20	—
	50	—	—	25,90	25,60	24,40	22,50	21,80	17,30
	51	23,60	25,28	24,78	24,64	22,92	21,77	—	16,37
	52	—	24,70	23,90	23,90	22,50	—	—	—
	53	23,80	24,00	23,60	23,00	21,80	21,20	19,40	16,20
	54	25,70	25,00	23,80	28,80	22,80	22,00	20,50	16,80
	55	23,16	22,30	21,66	21,29	20,54	19,95	18,71	16,85
VII	1948	—	—	23,50	23,60	—	22,50	21,10	—
	49	—	—	23,00	23,10	22,60	22,40	21,50	17,80
	50	—	—	28,80	28,30	27,20	25,60	24,60	20,30
	51	25,50	26,90	26,50	25,70	24,20	23,20	—	19,40
	52	—	30,00	27,70	25,10	27,00	—	—	—
	53	27,46	27,41	27,01	26,68	24,85	24,11	22,44	19,40
	54	25,60	25,60	25,20	24,60	23,90	23,20	22,50	19,30
	55	23,47	23,04	22,71	22,40	22,09	21,86	20,99	19,83
VIII	1948	—	—	25,10	25,50	—	25,00	23,80	—
	49	—	—	22,30	22.70	22,60	22,40	22,10	19,40
	50	—	—	26,60	26,40	25,60	24,60	24,00	—
	51	26,91	27,51	27,05	26,46	24,94	23,43	—	20,87
	52	—	29,10	27,10	26,80	26,90	—	—	—
	53	22,86	23,54	23,33	22,91	22.59	22,45	21,60	19,14
	54	25,70	25,80	25,20	24,60	23,90	23,50	23,20	20,50
	55	21,72	21,61	21,39	21,15	20,86	20,80	20,45	19,69
IX	1948	—	—	20,70	21,20	—	21,40	21,00	—
	49	—	—	19,70	—	—	—	—	—
	50	—	—	21,10	21,10	21,30	21,00	21,10	19,90
	51	20,86	21,39	21,83	21,51	21,23	20,80	—	19,48
	52	—	19,01	18,55	18,71	19,28	—	—	—
	53	18,34	19,10	19,49	19,57	19,35	19,38	19,05	17,80
	54	20,20	20,40	20,50	20,20	20,00	20,10	20,40	18,80
	55	18,21	18,32	18,27	18,27	18,38	18,77	19,05	18,82
X	1948	—	—	13,80	14,30	—	14,90	15,50	—
	49	—	—	13,50	13,80	14,10	14,60	14,90	14,90
	50	—	—	10,60	11,20	12,90	—	13,60	14,60
	51	10,70	10,50	10,70	11,30	12,20	12,80	—	14,60
	52	—	—	—	—	—	—	—	—
	53	13,20	13,60	13,90	14,10	14,40	14,90	15,50	15,30
	54	11,50	12,10	12,20	12,10	12,50	13,20	14,60	14,80
	55	12,21	12,39	12,46	12,65	13,07	13,65	14,46	15,09
XI	1948	—	—	6,10	7,10	—	8,80	9,70	—
	49	—	—	8,10	8,10	8,60	9,30	9,70	10,70
	50	—	—	6,40	6,80	—	8,00	8,50	9,60
	51	—	—	7,70	8,30	—	9,30	—	11,00
	52	—	—	5,80	6,20	—	—	—	9,40
	53	3,40	3,90	4,00	4,60	5,50	6,80	8,70	10,00
	54	6,20	6,30	6,40	6,80	7,50	8,50	10,30	11,40
	55	5,94	6,14	6,27	6,51	7,12	8,02	9,46	11,24
XII	1948	—	—	—1,30	—0,50	—	1,80	2,70	—
	49	—	—	2,90	3,00	3,50	4,80	5,40	7,20
	50	—	—	4,50	4,80	—	5,90	6,20	6,90
	51	—	—	1,90	2,40	—	3,80	—	—
	52	—	—	2,70	3,70	—	—	—	5,99
	53	0,20	0,35	0,57	1,15	1,83	2,88	4,52	5,70
	54	3,80	4,10	4,10	4,40	4,90	5,50	6,50	8,10
	55	3,87	3,95	3,97	4,11	4,48	5,11	6,19	7,55

Таб. 2. Средње месечне температуре земљишта у Новом Саду за период мај 1953 г. — април 1956 г.

Mean monthly soil temperatures at Novi Sad in the period May 1953 — April 1956 (in °C)

Месеци / Months — Дубина у см / Depth in cm	0	2	5	10	20	30	50	100
I	0,85	0,99	1,13	1,48	1,99	2,70	3,21	5,10
II	*0,05*	*0,18*	*0,34*	*0,63*	*1,15*	*1,52*	*1,55*	*4,19*
III	3,81	3,64	3,54	3,36	3,22	3,31	4,40	4,30
IV	10,82	10,50	10,20	9,98	9,56	9,36	8,72	7,96
V	18,79	18,63	18,16	17,58	16,81	16,11	14,73	12,27
VI	24,22	23,77	23,02	22,07	21,71	21,05	19,54	16,62
VII	*25,51*	*25,35*	*24,97*	*24,62*	*23,61*	*23,06*	*21,98*	19,51
VIII	23,43	23,65	23,31	22,89	22,45	22,25	21,75	*19,78*
IX	18,92	19,27	19,42	19,35	19,24	19,42	19,50	18,47
X	12,30	12,70	12,85	12,95	13,32	13,92	14,52	15,06
XI	5,25	5,45	5,58	5,95	8,04	7,77	9,49	10,88
XII	2,62	2,80	2,88	3,22	3,74	4,50	5,74	7,12
Годишњи просек / Mean annual temperature	12,21	12,24	11,88	12,01	12,07	12,08	12,09	11,77
Колебање / Variations	25,46	25,17	24,63	23,99	22,46	21,54	20,43	15,59

скоро изједначе, ипак су оне за 12°—14° више него што су у месецу марту. Ово је последица нагомилане (магазиниране) топлоте, коју је површински слој апсорбовао у току летњих месеци. У току зимске половине године, земља постепено зрачи ову магазинирану топлоту поново у атмосферу. Најинтензивније израчивање је на површини земљишта, те се ту температура наівише снижава зими. У другој половини месеца марта настаје пролећна изотермија, те се тада температуре у целом осматраном слоју земљишта поново изједначују.

Да би се промене температуре земље са дубином, у односу на површински слој, могле још боље уочити, приказали смо их бројчано и графички.

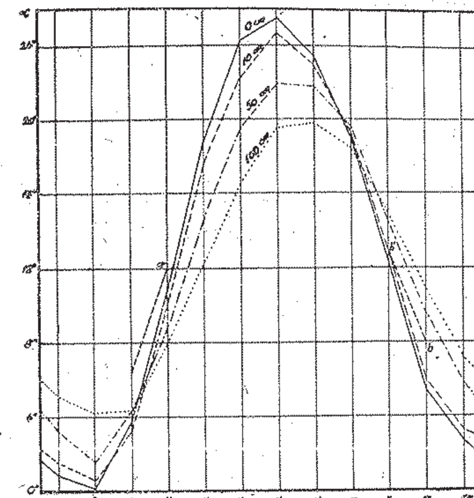
Таб. 3. Отступање температуре дубљих слојева у односу на температуру површине земљишта (изражено у °C)

Differences in temperature of the deeper layers as compared to the temperature of the soil surface (in °C)

Месеци / Months — Дубина у см / Depth in cm	0	2	5	10	20	30	50	100
III	0,00	—0,17	—0,27	—0,45	—0,59	—0,50	0,59	0,49
VI	0.00	—0,45	—1,20	—2,15	—2,51	—3,17	—4,68	—7,60
IX	0,00	0,35	0,50	0,43	0,32	0,50	0,58	—0,45
XII	0,00	0,18	0,26	0,60	1,12	1,88	3,12	4,50

У таб. 3 приказали смо отступање средњих месечних температура на разним дубинама, у односу на површину земљишта, за четири месеца у години: март, јун, септембар и децембар. Вредности из таб. 3 нанели смо на графикон, те га овде приказујемо.

Са сл. 2 видимо врло лепо да у месецима марту и септембру наступају пролећна и јесења прилична изотермија према дубљим слојевима; тада се температура земље врло мало мења до дубине од 100 см. У овим месецима највеће температурне разлике на поједини дубинама, у односу на површину земљишта, не износе више од ± 0,6°C. У јуну и децембру имамо екстремне услове: у јуну је површински слој најзагрејанији, а према дубини температура опада (на дубини од 1 м температура земље је за 7,6° нижа него на самој површини). Супротни су услови у децембру: дубљи слојеви су топлији од површинског (за 4,5° на дубини од 1 м).

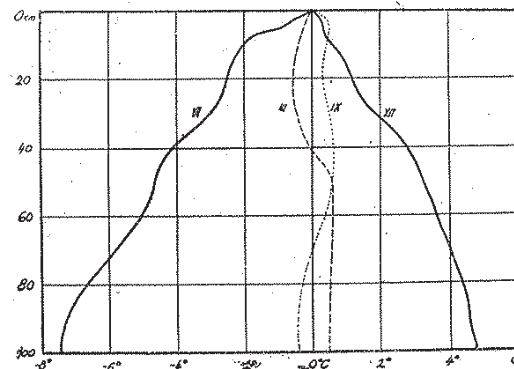


Сл. 1. — Годишњи ток температуре земљишта у Новом Саду на дубинама 0, 10, 50 и 100 см (а-а' и b-b' претстављају температуре ваздуха у месецима март-април и октобар-новембар)

Annual curve of soil temperature at Novi Sad at the depths of 0, 10, 50 and 100 cm (a-a' and b-b' represent the air temperatures in March-April and October-November)

Највише и најниже температуре земљишта

Апсолутно највише и најниже температуре земљишта на разним дубинама добивене су на основу терминских вредности осматрања (минимум у 7, а максимум у 14 часова). Због закашњавања у времену појављивања највиших и најнижих температура (фазна времена — последица спорог провођења топлоте), терминске вредности не одговарају у потпуности екстремним вредностима температуре на појединим дубинама; екстремне вредности су знатно изразитије. Према графичкој интерполацији коју је проф. Вујевић[1] извео за Београд, максимум температуре на дубини од 1 см јавља се нешто после 14 часова; на дубини од 20 см око 19 часова, значи око 5 часова доцније, на дубини од 30 см око 1 час после поноћи, а на дубини од 60 см тек сутрадан, опет око 14 часова, дакле, 24 часа после



Сл. 2. — Отступање температуре дубљих слојева у односу на температуру површине земљишта (изражено у °C)

Differences in temperature of the deeper layers as compared to the temperature of the soil surface (in °C)

појаве максимума на површини. Слично је и са минимумом температуре. на дубини од 1 см најнижа вредност јавља се у 6 часова ујутру, на 30 см у 14 часова (8 часова доцније), а на дубини од 60 см, тек сутрадан у 2 часа ујутру. Закашњење у односу на површину земљишта овде износи 20 часова.

Упоређујући дневни ход температуре земљишта на разним дубинама у Новом Саду, на основу терминских података (7, 14, 21 час), утврдили смо да је наступање максимума и минимума температуре и код нас приближно у истим часовима дана као у Београду.

На основу изложеног можемо утврдити да фазна времена закашњавају са дубином и да се, с друге стране, дневна и годишња колебања температуре смањују са дубином. Вредности терминских екстрема температуре земљишта можемо зато у потпуности искористити, ради оријентације највиших и најнижих температура.

У таб. 4 и 5 изнете су вредности апсолутних максималних и минималних температура земљишта за цео обрађени период.

Таб. 4. Апсолутне максималне температуре земљишта у Новом Саду на дубинама од 0 до 100 см

Absolute maximum soil temperatures at Novi Sad at the depths of 0—100 cm (in °C)

Месеци / Months — Дубине (см) / Depth (cm)	0	2	5	10	20	30	50	100
I	16,5	10,4	8,1	6,8	6,2	6,0	6,5	7,2
II	17,8	13,0	11,2	9,1	7,7	7,1	4,6	6,8
III	24,3	19,8	18,4	14,8	12,0	10,7	9,2	7,8
IV	29,0	28,0	25,0	19,6	15,4	13,6	11,3	9,8
V	42,0	44,0	37,4	31,3	25,9	23,4	19,9	14,8
VI	42,2	44,7	38,5	33,0	28,2	26,0	23,4	19,8
VII	46,0	45,6	39,6	*34,8*	29,1	*27,6*	*25,2*	20,2
VIII	*47,1*	*46.6*	*39.9*	39,0	*29,8*	27,1	25,1	*21,3*
IX	33,9	36,4	36.4	27,2	25,0	25,6	21,7	19,9
X	29,2	27,6	26,3	23,4	20,0	19,8	19,4	17,8
XI	16,7	18,2	16,8	12,8	11,8	12,5	13,2	13,2
XII	18,2	12,8	10,5	7,6	7,3	7,5	8,0	8,8

Из таб. 4 видимо да су апсолутне максималне температуре површинског слоја (0 и 2 см), са вредностима преко 45°, ограничене на два летња месеца: јул и август. У истим месецима температура земље на дубини од 10 см достиже понекад вредност и до 35°. Ипак, на дубини од 1 м највећа вредност не прелази много 21°. Углавном, у годинама које не отступају много од просечних вредности можемо очекивати у горњем слоју до 5 см дубине већ од априла па до октобра појаву више температуре од 25°; у зимским месецима максимум од 15° захвата тањи слој.

Таб. 5 показује да су у слоју до 5 см дубине најниже апсолутне минималне температуре измерене у децембру (између —11,6° и —6,2°), а у дубљим слојевима у фебруару. На дубини од 1 м апсолутни минимум се појавио у марту с вредношћу 1,6°.

Таб. 5. Апсолутне минималне температуре земљишта у Новом Саду на дубинама од 0 до 100 см

Absolute minimum soil temperatures at Novi Sad at the depths of 0—100 cm (in °C)

Месеци / Months — Дубине (см) / Depth (cm)	0	2	5	10	20	30	50	100
I	—5,5	—3,4	—2,8	—1,6	—0,6	0,4	1,4	2,7
II	—7,5	—6,0	—4,5	*—2.9*	*—1,7*	*—0,4*	*0,4*	1,9
III	—3,6	—2,0	—0,6	—0,5	—0,4	—0,2	*0,4*	*1,6*
IV	—0,3	0,8	1,4	2,4	4,0	5,1	6,6	6,1
V	5,1	7,0	6,5	6,7	9,8	11,3	10,9	8,8
VI	11,0	12,5	12,3	12,8	14,4	15,7	15,3	14,0
VII	14,4	15,4	16,4	16,9	17,8	18,2	18,4	18,5
VIII	11,5	12,8	13,2	15,6	17,5	18,4	19,0	18,4
IX	6,3	7,0	7,8	10,8	13,8	15,2	15,8	16,5
X	1,4	1,6	2,8	5,8	8,0	9,6	11,5	13,1
XI	—8,5	—5,8	—4,0	—0,8	0,8	1,4	4,8	6,9
XII	*—11,6*	*—8,2*	*—6,2*	—2,8	—1,4	0,2	2,1	3,6

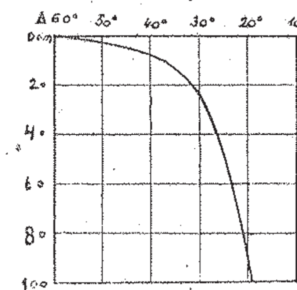
Доцнијем појављивању екстремних температура у дубљим слојевима разлог је споро провођење топлоте од загрејанијих ка мање загрејаним честицама земље, и то је у потпуном складу са теориски утврђеним чињеницама.

Апсолутна колебања између максималне и минималне температуре са дубином се смањују, према следећим вредностима:

Дубине (см)	0	2	5	10	20	30	50	100
Колебања	58,7	54,8	46,1	37,7	31,5	28,0	24,8	19,7

Смањивање ових вредности је нарочито брзо до дубине од 20 см, а на већим дубинама све спорије, како је то приказано и на сл. 3.

У августу је разлика апсолутне максималне температуре на дубини од 0 и 100 см око две трећине пута већа (25,8°) од разлике између минималне температуре у децембру (15,2°), такође на дубини од 0 и 100 см.



Сл. 3. — Смањивање апсолутног колебања температуре земљишта са дубином (у C°)

Decrease of the absolute variations of soil temperature with the increasing depth (in °C)

Овде је потребно поменути какав утицај на топлотно стање земљишта, поред интензитета сунчевог зрачења, има начин обраде. Мерење температуре, као што је већ речено, вршено је на голом и необрађеном земљишту. Апсорбовање сунчевих зракова и провођење топлоте у дубље слојеве код овакве подлоге уствари је специјални случај топлотног стања. Земљиште које је редовно обрађивано и одржавано показује нешто модификоване топлотне услове у зависности од начина обраде, врсте, висине и густине засејане културе, као и од садржине воде у земљишту.

Преорано земљиште у горњем површинском слоју (обично до 20—30 см дубине) садржи прилично ваздуха између честица земље. Пошто је ваздух веома лош проводник топлоте, то ће примљена то-

плота у току лета теже продирати у дубље слојеве, а површински слој ће, према томе, више да се загреје. Насупрот томе, овакво земљиште зими ће мање топлоте отпуштати, а то значи да ће бити топлије.

Садржина воде у земљишту повећава његову топлотну проводљивост. Лети се топлота у влажном земљишту боље проводи у дубље слојеве, а зими интензивније отпушта. При замрзавању, у влажном земљишту се стварају нешто повољнији услови за живе организме него у сувом, јер се тада ослобађа извесна количина топлоте (латентна топлота) која још извесно време може да одржава температуру земљишта на 0°.

Биљни покривач ублажава топлотне услове. Нарочито је то изражено, за време вегетације, код неких културних биљака које расту у великој густини. Дневна колебања температуре земљишта под таквим усевима мања су него на голом земљишту.[3]

ТЕМПЕРАТУРА ЗЕМЉИШТА КАО ВЕГЕТАЦИОНИ ЧИНИЛАЦ

Температура земљишта игра важну улогу у одређивању почетка и престанка вегетационог периода. За почетак вегетације у пролеће потребно је да температура земље, на дубини где се развијају корени биљака, достигне температуру од 4°—5° С. Поред тога је неопходно, као што су показала испитивања у последње време, да температура ваздуха у току целе вегетације буде виша од температуре подлоге на дубини жила.[4]

Да би у нашем случају одредили почетак и свршетак вегетационог периода, морамо се послужити графиконом. На сл. 1 извучене су тачкастим линијама праве aa' i bb', које повезују дугогодишње вредности температуре ваздуха у два пролећна (март, април) и два јесења месеца (октобар, новембар), јер се у овим месецима највероватније јавља почетак, односно свршетак вегетационог периода. Са слике се може видети да, према наведеним условима, почетак вегетационог периода у нашем случају пада на другу половину марта (температура ваздуха постала је виша од температуре земљишта), а свршава се крајем месеца октобра, пошто се тада тачкаста линија температуре ваздуха спушта поново испод вредности температуре земље.

Трајање периода са одређеном средњом дневном температуром на појединим дубинама земљишта, где се налазе корени биљака, можемо одредити такође на основу графичког приказа, помоћу годишњег температурног тока за сваку дубину посебно.

Трајање периода са средњом дневном температуром од ≧ 5°, 10°, 15°, 20° и 25° на разним дубинама земљишта, изражено у данима, приказано је у таб. 6.

Из ових података се види да је период са нижим температурама (5° и 10°) дуже трајао на већим дубинама, док је, напротив, период са вишим температурама дуже трајао у горњем, површинском слоју. Ово произилази из чињеница: 1) што дубљи слојеви имају устаљеније топлотно стање и мање дневно и годишње колебање температуре; 2) што се интензивно загревање земљишта у току лета, случај при вишим температурама, одиграва баш на самој површини земљишта.

Таб. 6. Трајање периода са средњом дневном температуром од ≧ 5°, 10°, 15°, 20° и 25°C

Duration of the periods with mean daily soil temperatures of ≧ 5,° 10,° 15,° 20° and 25°C

Температура / Temperature — Дубина (см) / Depth (cm)	0	2	5	10	20	30	50	100
5°	243	244	245	248	258	263	278	302
10°	196	196	196	196	201	200	205	207
15°	155	155	155	154	152	152	148	134
20°	109	110	108	101	96	92	80	—
25°	20	13	—	—	—	—	—	—

ДУБИНА МРАЗА И УТИЦАЈ СНЕЖНОГ ПОКРИВАЧА

Занимљиво је на овом месту осврнути се на дубину до које се земљиште у току зиме замрзне. За ту сврху изабрали смо две изразито оштре зиме: 1953/54 г., која је била поред тога и необично дуга, и 1955/56 г.

На сл. 4 и 5 графички смо приказали кретање средњих дневних температура земљишта на разним дубинама, помоћу кривих линија — изоплета, и то за зимски период кад су површинске температуре биле испод 0°С. Осим тога, на графиконима су приказане и дневне промене температуре ваздуха у истом периоду, помоћу максималних и минималних вредности, као и висина снежног покривача.

Током зиме 1953/54 (сл. 4) земљиште је било смрзнуто од 13 децембра 1953 до 2 марта 1954. Дубина земљишта до које је мраз допирао била је различита. Одмах после захлађења, које је наступило средином децембра, изоплета од 0°С спустила се до 10 см, а већ 19 децембра налазила се испод 20 см. Мраз је веома нагло продирао у дубље слојеве, а томе је нарочито допринело то што је земљиште било голо — без снега. Одмах, чим је пао снег, створени су повољнији услови: снежни покривач је штитио земљиште од превеликог губитка топлоте израчивањем. Дубина смрзнутог земљишта тада је мање колебала и кретала се између 20 и 30 см. Нарочито интензивном израчивању из земље допринело је у претходним данима још и мирно антициклонално временско стање са ведрим ноћима. Тада је, на пример, 26 децембра у 7 часова ујутру температура на површини земље износила — 11,6°, док је стварни минимум, који је наступио нешто раније, вероватно био испод — 17° (колико је износио на 5 см изнад земље).

Утицај заштитног дејства снежног покривача (у погледу смањивања израчивања из земље) види се врло лепо на примеру од 4 јануара 1954 г. Температура ваздуха изнад снежног покривача износила је — 26,2°, а температура на земљиној површини испод снега тек — 5,5° (висина снега била је 24 см). Међутим, и висина снега делује насупрот губитку топлоте из земље, што показује пример за 6 фебруар 1954 г. Тога дана је висина снега износила 50 см, минимална температура ваздуха на 5 см изнад површине снежног покривача — 24,2°, док је температуре на површини земљишта испод снега била — 3,4°. Дубина замрзнутог земљишта у горенаведена два примера била је приближно иста: 25, односно 30 см.

Током зиме 1955/56 (сл. 5) наступио је карактеристичан пример захлађења, али са претходним стварањем заштитног снежног покривача. Земљиште још није било замрзнуто, када је 28 јануара 1956 почео да пада снег; међутим, кроз неколико дана, услед непрекидног притицања хладних ваздушних маса, температура ваздуха била је стално око — 10°, па се смрзнути слој земље, ипак, проширио до релативно мале дубине од 10 см. При другом, јачем продору хладноће, 4 фебруара 1956, већ је постојао снежни покривач висок 29 см, па се необично ниска температура ваздуха од — 27,6° тек нешто мало одразила на пад температуре у земљишту. Тога дана измерена температура на површини земље, испод снега, била је —2,2°, а дубина мраза 13 см. Највећа дубина до које је земљиште било замрзнуто у току зиме 1955/56 износила је 32 см (23 фебруара 1956).

Другачији су односи у смрзнутој земљи кад се снежни покривач већ отопио. То је код нас случај 2, 3 и 4 марта 1954. Земља је почела да се крави у горњим слојевима, али истовремено и да везује топлоту са површине земљишта и из дубљих слојева због топљења смрзнуте воде у земљи (латентна топлота топљења). На тај начин известан слој земље задржава по неколико дана температуру од 0°C, иако је и изнад и испод тога слоја температура већ виша од 0°. У овом случају, који смо на сл. 4 и 5 обележили са „изотермним слојем 0°C“, одиграва се процес топљења смрзнуте воде и задржава се температура од 0° све док сва вода из чврстог не пређе у течно стање.[5]

Од интереса је, такође, да се изнесе и дужина периода када је средња дневна температура земљишта на појединим дубинама била 0°C или нижа. То је приказано у таб. 7.

Таб. 7. Дужина периода са смрзнутим земљиштем у Новом Саду изражена у данима

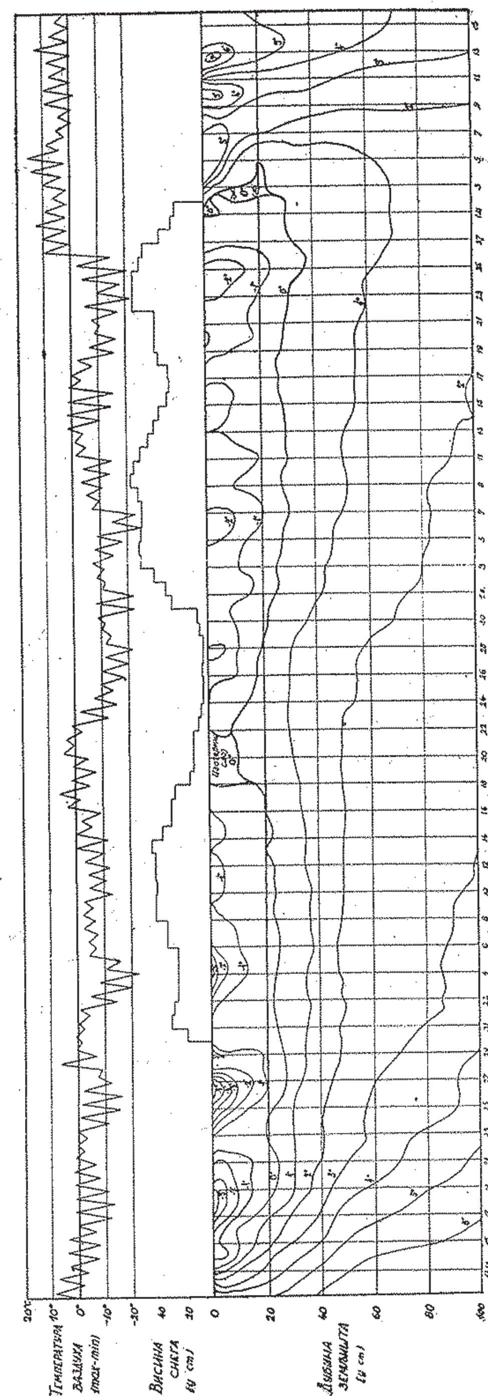
Duration of the period of ground freezing at Novi Sad in days

Година / Year	Дубина (у см) / Depht (in cm)	0	2	5	10	20	30	50	100	Највећа дубина са t = 0°C и датум / Maximum depth with t = 0° C and date	
Зима — Winter	1953/54	85	84	84	78	65	11	—	—	36 см	26 II
„	1954/55	24	18	4	—	—	—	—	—	7 „	23 XI
„	1955/56	48	47	47	50	29	3	—	—	32 „	23 II

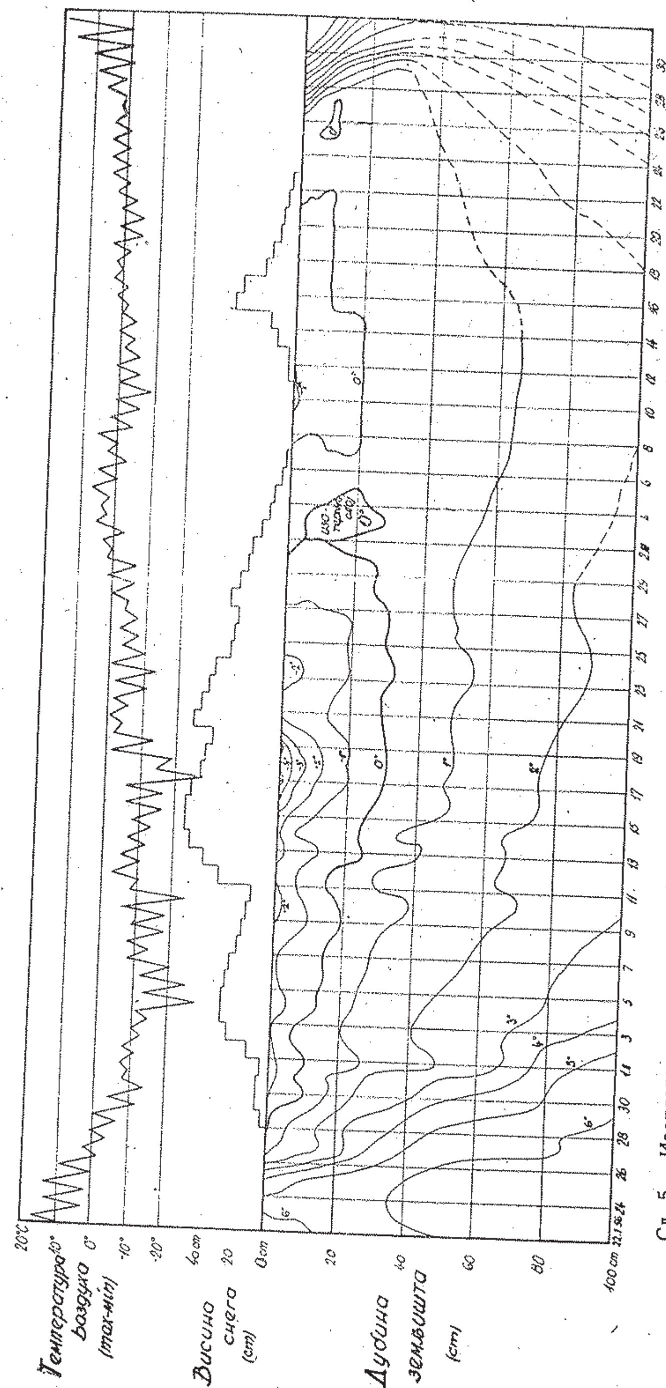
Из горње таблице видимо да је у наведене три године најдужи период са смрзнутим земљиштем био у току зиме 1953/54, кад је износио 85 дана на површини земље, а 11 дана на дубини од 30 см. Такође је те зиме мраз доспео до највеће дубине од 36 см.

ЗАКЉУЧАК

Температуре земљишта у Новом Саду на дубинама од 0 до 100 см колебају у најхладнијем месецу (фебруар) од 0,05° до 4,19°, а у најтоплијем (јул) од 25,51° до 19,51°; у годишњем просеку колебање износи 12,21° — 11,77°, те је на свим дубинама изузев 100 см средња вредност изнад просечне температуре ваздуха (дугогодишњи просек температуре ваздуха: 11,8°).



Сл. 4. — Изоплете температуре земљишта у Новом Саду за период од 11 децембра 1953 до 16 марта 1954
Isopleths of soil temperature at Novi Sad in the period between Dec. 11 1953 and March 16 1954



Сл. 5 — Изоплете температуре земљишта у Новом Саду за период од 22 јануара 1956 до 1 априла 1956
Isopleths of soil temperature at Novi Sad in the period between Jan. 22 1956 and Apr. 1 1956

Температура земљишта у најтоплијем дану може да износи, на површини земљишта, и више од 47°, док у најхладнијем више од — 11°. Апсолутно колебање температуре на површини земљишта је, према томе, преко 58°.

Преоравањем стварамо повољније услове у земљишту за зимски период, јер тиме стварамо изолациони слој ваздуха између честица земље, које тада спречавају дубље продирање мраза.

Повећањем влаге у земљишту омогућавамо да оно прими у себе већу количину топлоте и проведе је у дубље слојеве.

Дужина периода са средњом дневном температуром земљишта на дубини од 5 см износи: за $t \geq 5^0$ 245 дана, $t \geq 10^0$ 196 дана, $t \geq 15^0$ 155 дана, $t \geq 20^0$ 108 дана и за $t \geq 25^0$ свега 13 дана.

Снежни покривач ствара најповољнију заштиту у погледу очувања магазиниране летње топлоте; он спречава замрзавање земљишта.

Дужина мразног периода је веома различита: у благој зими 1954/55 г. износио је 24 дана, док је у оштрој и дугој зими 1953/54 г. износио 84 дана на површини земљишта.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вујевић, П.: Температуре тла у Београду. Глас Српске Краљевске Академије, књига LXXIX, 1909.
2. Милосављевић, М.: Температурни и кишни односи у НР Србији. Годишњак Пољопривредно-шумарског факултета у Београду, 1948.
3. Темељковић, Н. — Милојић, Б.: Микроклиматска (фитоклиматска) проучавања у склопу некојих усева. Зборник радова Пољопривредног факултета у Београду, година III, свеска 2, 1955.
4. Јаковљевић, С.: Кратки курс екологије са основама хидробиологије. Научна књига. Београд, 1951.
5. Geiger, R.: Das Klima der bodennahen Luftschicht. Friedr. Vieweg & Sohn. Braunschweig, 1950.